

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(МИ ВлГУ)**

Кафедра РТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____ Д.Е. Андрианов
_____ 23.05.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Функциональное моделирование радиоэлектронных устройств

Направление подготовки

11.03.01 Радиотехника

Профиль подготовки

*Радиотехнические средства передачи, приема
и обработки сигналов*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
7	144 / 4	16		16	1,6	0,25	33,85	110,15	Зач.
Итого	144 / 4	16		16	1,6	0,25	33,85	110,15	

Муром, 2023 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: ввести студентов в круг проблем, связанных с научными исследованиями с применением цифрового моделирования процессов в радиоэлектронных устройствах, ознакомить и приобщить к практической и научно-исследовательской работе по этой тематике.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение дисциплины базируется на физико-математической подготовке, которую студенты получают при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы» при обучении по направлению бакалавриата. Базирующими дисциплинами являются «Радиопередающие устройства», «Радиоприемные устройства», ВКР.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Способен разрабатывать математические модели радиоэлектронных устройств, подсистем радиоэлектронных систем и комплексов на основе компьютерного моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	ПК-1.1 Разрабатывает математические модели узлов, блоков радиотехнических устройств и систем	знать основные методы математического моделирования радиоэлектронных устройств (ПК-1.1) уметь строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем (ПК-1.1)	Тесты для текущего контроля знаний.
	ПК-1.2 Выполняет компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств на основе базовых алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	владеть навыками компьютерного моделирования с использованием одного из пакетов прикладных программ (ПК-1.2)	

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Понятие о моделировании.	7	2							6	тестирование
2	Формирование математических моделей радиосистем	7	4							14	тестирование
3	Функциональное моделирование методом несущей	7	2		4					16	тестирование
4	Функциональное моделирование методом комплексной огибающей	7	6		4					32	тестирование
5	Моделирование радиосигналов и радиопомех	7	2		8					42,15	тестирование
Всего за семестр		144	16		16			1,6	0,25	110,15	Зач.
Итого		144	16		16			1,6	0,25	110,15	

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 7

Раздел 1. Введение. Понятие о моделировании.

Лекция 1.

Введение. Общие сведения о моделировании: физическое, математическое, полунатурное. Методы исследования радиосистем. Методы анализа: аналитический, экспериментальные. Методы синтеза: математический, инженерный (2 часа).

Раздел 2. Формирование математических моделей радиосистем

Лекция 2.

Описание и математическая модель системы. Основные принципы перехода от описания радиосистем к ее математической модели (2 часа).

Лекция 3.

Функциональная схема и особенности моделирования радиосистем на ЭВМ. Методы моделирования радиосистем. Классификация, краткий обзор (2 часа).

Раздел 3. Функциональное моделирование методом несущей

Лекция 4.

Понятие метода несущей. Функциональное моделирование. Модели сигналов и помех. Модели преобразующей части. Выбор масштабов при функциональном моделировании на несущей частоте (2 часа).

Раздел 4. Функциональное моделирование методом комплексной огибающей

Лекция 5.

Понятие метода комплексной огибающей. Моделирование сигналов и помех. Моделирование преобразующей части. Модели линейных безинерционных систем (2 часа).

Лекция 6.

Классификация нелинейных систем: нелинейные безинерционные, функциональные разомкнутые, функциональные замкнутые, нефункциональные. Моделирование типовых нелинейных преобразований сигналов и помех: детектирование, амплитудное ограничение, преобразование частоты (2 часа).

Лекция 7.

Цифровые модели непрерывных линейных динамических систем, основанные на дискретной свертке. Цифровые модели линейных динамических систем на основе рекуррентных уравнений. Моделирование узкополосных систем с помощью комплексных рекуррентных разностных уравнений (2 часа).

Раздел 5. Моделирование радиосигналов и радиопомех

Лекция 8.

Моделирование функций, зависящих от случайных параметров. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Моделирование нормальных случайных процессов методом скользящего суммирования, с помощью рекуррентных разностных уравнений. Моделирование ненормальных стационарных случайных процессов. Примеры. Организация расчетов на ЦВМ для вычисления статистических характеристик. Заключение (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 7

Раздел 3. Функциональное моделирование методом несущей

Лабораторная 1.

Моделирование радиосигналов и устройств методом несущей (4 часа).

Раздел 4. Функциональное моделирование методом комплексной огибающей

Лабораторная 2.

Моделирование радиосигналов методом комплексной огибающей (4 часа).

Раздел 5. Моделирование радиосигналов и радиопомех

Лабораторная 3.

Моделирование случайных величин (4 часа).

Лабораторная 4.

Моделирование случайных процессов (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Методы исследования радиосистем. Методы анализа: аналитический, экспериментальные. Методы синтеза: математический, инженерный.
2. Основные принципы перехода от описания радиосистем к ее математической модели.
3. Особенности моделирования радиосистем на ЭВМ.
4. Понятие метода несущей и функционального моделирования.
5. Выбор масштабов при функциональном моделировании на несущей частоте.
6. Особенности моделирования нелинейных систем.
7. Моделирование типовых нелинейных преобразований сигналов и помех.
8. Цифровые модели непрерывных линейных динамических систем, основанные на дискретной свертке.
9. Цифровые модели линейных динамических систем на основе рекуррентных уравнений.
10. Алгоритм получения квадратурных составляющих узкополосного сигнала.
11. Алгоритмы цифрового моделирования сигналов и помех.
12. Методы моделирования функций, зависящих от случайных параметров. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения.
13. Методы моделирования нормальных случайных процессов.
14. Организация расчетов на ЦВМ для вычисления статистических характеристик.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее профессиональное.

Срок обучения 3г 6м.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
6	144 / 4	4		4	2	0,5	10,5	129,75	Зач.(3,75)
Итого	144 / 4	4		4	2	0,5	10,5	129,75	3,75

4.2.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Понятие о моделировании.	6	2							7	тестирование
2	Формирование математических моделей радиосистем	6								14	тестирование
3	Функциональное моделирование методом несущей	6	2							16	тестирование
4	Функциональное моделирование методом комплексной огибающей	6			4					31	тестирование
5	Моделирование радиосигналов и радиопомех	6								61,75	тестирование
Всего за семестр		144	4		4	+		2	0,5	129,75	Зач.(3,75)
Итого		144	4		4			2	0,5	129,75	3,75

4.2.2. Содержание дисциплины

4.2.2.1. Перечень лекций

Семестр 6

Раздел 1. Введение. Понятие о моделировании.

Лекция 1.

Общие сведения о моделировании: физическое, математическое, полунатурное. Описание и математическая модель системы. Функциональная схема и особенности моделирования радиосистем на ЭВМ. Методы моделирования радиосистем. Функциональное моделирование (2 часа).

Раздел 3. Функциональное моделирование методом несущей

Лекция 2.

Понятие метода несущей. Метод комплексной огибающей. Алгоритмы цифрового моделирования сигналов и помех. Моделирование случайных величин и случайных процессов (2 часа).

4.2.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.2.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 6

Раздел 1. Функциональное моделирование методом комплексной огибающей

Лабораторная 1.

Моделирование сигналов и нелинейных систем методом комплексной огибающей (4 часа).

4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Методы исследования радиосистем. Методы анализа: аналитический, экспериментальные. Методы синтеза: математический, инженерный.
2. Основные принципы перехода от описания радиосистем к ее математической модели.
3. Особенности моделирования радиосистем на ЭВМ.
4. Понятие метода несущей и функционального моделирования.
5. Моделирование сигналов методом несущей.
6. Моделирование преобразующей части методом несущей.
7. Выбор масштабов при функциональном моделировании на несущей частоте.
8. Метод комплексной огибающей.
9. Модели сигналов и помех методом комплексной огибающей.
10. Особенности моделирования нелинейных систем.
11. Моделирование типовых нелинейных преобразований сигналов и помех.
12. Цифровые модели непрерывных линейных динамических систем, основанные на дискретной свертке.
13. Цифровые модели линейных динамических систем на основе рекуррентных уравнений.
14. Алгоритм получения квадратурных составляющих узкополосного сигнала.
15. Алгоритмы цифрового моделирования сигналов и помех.
16. Методы моделирования функций, зависящих от случайных параметров.

Моделирование случайных величин с заданным законом распределения.

17. Методы моделирования случайных процессов.
18. Организация расчетов на ЦВМ для вычисления статистических характеристик.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. Разработка модели радиоустройства методом несущей.
2. Разработка модели радиоустройства методом комплексной огибающей.

4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). Выполнение лабораторных работ проводится с помощью компьютерной техники.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Ромашов В.В., Смирнов М.С. Функциональное моделирование радиоэлектронных устройств: Учебное пособие для студентов образовательных программ 11.03.01 Радиотехника, 11.04.01 Радиотехника, 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. (1,69 Мб). - Муром: МИ ВлГУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; Windows XP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 High Color (32 bit); привод CD-ROM. - Загл. с экрана. - <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=39>

2. Функциональное моделирование радиоэлектронных устройств: Практикум для студентов образовательных программ 11.03.01 Радиотехника; 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Ромашов В.В., Смирнов М.С. [Электронный ресурс]. - Электрон, текстовые дан. (1,84 Мб). - Муром.: МИВлГУ, 2016. – 1 электрон, опт. диск (CD-ROM). - Систем, требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; Windows XP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 High Color (32 bit); привод CD-ROM. - Загл. с экрана. - <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=7819>

3. Ховансков, С. А. Моделирование телекоммуникационных систем и сетей : учебное пособие / С. А. Ховансков. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-9275-3606-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115519.html> - <https://www.iprbookshop.ru/115519.html>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Бакалов В.П. Цифровое моделирование случайных процессов: уч. пособие. – М.: САЙНС-ПРЕСС. – 2002. 5 экз. - 5 экз.

2. Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков Моделирование систем. Динамические и гибридные системы: уч. пособие - СПб.: БХВ - Петербург. – 2006. 15 экз. - 15 экз.

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Радиотехнический сайт RADIOTRACT. Радиотехника и электроника для разработчиков и радиолюбителей http://radiotract.ru/link_sprav.html.

Радиотехнические системы <http://rateli.ru/>.

Программы по радиотехнике и электронике <http://creatiff.realax.ru/?cat=programs&page=progrml>.

Программное обеспечение:

Microsoft Office Standard 2010 Open License Pack No Level Academic Edition
(Государственный контракт №1 от 10.01.2012 года)

Mozilla Firefox (MPL)

Adobe Reader XI (Общие условия использования продуктов Adobe)

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal (продление) (Гражданско-правовой договор бюджетного учреждения №2020.526633 от 23.11.2020 года)

Microsoft Windows 10 Professional (Программа Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (Order Number: IM126433))

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

mivlgu.ru
iprbookshop.ru
radiotract.ru
rateli.ru
creatiff.realax.ru
mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория систем автоматизированного проектирования

Рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19" 3 шт.; принтер HP P2015dn; сканер Epson V200Photo; маршрутизатор 3Com Switch; проектор NEC; экран настенный. ПК Dijitech монитор АЛОС 12 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводится в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют задачу компьютерного

моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *11.03.01 Радиотехника* и профилю подготовки *Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов*

Рабочую программу составил *д.т.н., профессор, зав. кафедрой РТ Ромашов В.В.* _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ*

протокол № 18 от 10.05.2023 года.

Заведующий кафедрой *РТ* _____ *Ромашов В.В.*
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 9 от 19.05.2023 года.

Председатель комиссии *ФИТР* _____ *Рыжкова М.Н.*
(Подпись) (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Функциональное моделирование радиоэлектронных устройств**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости
по дисциплине**

Оценочные средства для текущего контроля знаний приведены в <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=39>

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	1 лабораторное задание, защита 1 лабораторной работы, контрольный тест первой контрольной недели	25
Рейтинг-контроль 2	2 лабораторных задания, защита 2 лабораторных работ, контрольный тест второй контрольной недели	30
Рейтинг-контроль 3	1 лабораторное задание, защита 1 лабораторной работы, контрольный тест третьей контрольной недели	30
Посещение занятий студентом	журнал группы	5
Дополнительные баллы (бонусы)	за активность на занятиях	10
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	Учитывается в вопросах тестов	0

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации приведены в <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/quiz/view.php?id=3531>

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

На основе типовых заданий программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ формируются в автоматическом режиме тестовые задания для студентов: три вопроса из блока 1, три вопроса из блока 2 и четыре вопроса из блока 3. Программный комплекс формирует индивидуальные задания для каждого зарегистрированного в системе студента при промежуточной аттестации и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов, на основании его формируется индивидуальный экзаменационный рейтинг студента и проставляется итоговая оценка с учетом баллов текущего контроля.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<i>Высокий уровень</i>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<i>Продвинутый уровень</i>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

В чем заключается математическое моделирование радиосистем и устройств методом комплексной огибающей

Перечислите основные методы исследования радиосистем и в каких случаях они используются.

В каком случае возможно представление сигнала в виде комплексной огибающей:

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=39&cat=3431%2C581&qpage=0&category=29301%2C581&qbshowtext=0&qbshowtext=1&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.